

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-362946

(P2004-362946A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004. 12. 24)

(51) Int. Cl. 7

H01M 8/04

F 1

H01M 8/04

P

テーマコード(参考)

5H027

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願2003-160262(P2003-160262)

(22) 出願日

平成15年6月5日(2003. 6. 5)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄

(74) 代理人 100103355

弁理士 坂口 智康

(74) 代理人 100109667

弁理士 内藤 浩樹

(72) 発明者 尾関 正高

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電器産業株式会社内

(72) 発明者 中村 彰成

大阪府門真市大字門真1006番地 松下

電器産業株式会社内

最終頁に続く

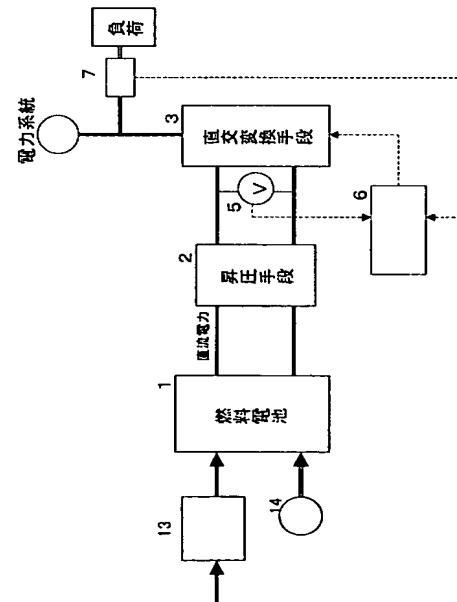
(54) 【発明の名称】燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】燃料電池の保護電圧設定なしで、燃料電池の電圧が低下しても過剰に燃料電池から電力を取り出すことを防ぐ。

【解決手段】燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池の出力する直流電力の電圧を所定の値以上に昇圧する電圧昇圧手段と、昇圧された直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記電圧昇圧手段により昇圧された電圧が所定値よりも小さくなったときには発電電力を変更する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池の出力する直流電力の電圧を所定の値以上に昇圧する電圧昇圧手段と、昇圧された直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記発電電力指令手段は、前記電圧昇圧手段により昇圧された電圧値が第1の所定値より小さいときには、発電電力を変更することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】

燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池の出力する直流電力の電圧を所定の値以上に昇圧する電圧昇圧手段と、昇圧された直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記発電電力指令手段は、前記電圧昇圧手段により昇圧された電圧が第2の所定値よりも小さいときには電力出力を断つことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 3】

燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池の発電する電力の上限値を設定する電力制限手段と、前記燃料電池の直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記発電電力指令手段が所定の電力値を上限として前記燃料電池の発電電力が最大になるように制御することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 4】

燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池から出力する直流電流の上限値を決定する直流電流制限手段と、前記燃料電池の直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記発電電力指令手段は、所定の電流値を超えない範囲で前記燃料電池の発電電力を最大になるように設定することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 5】

前記発電電力指令手段は、発電電力が最大になる交流電力を探索する際に、電流値が小さい方向から探索するよう制御することを特徴とする請求項3または4記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記直交変換手段は電力系統に接続されていることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

燃料電池を用いて発電を行う燃料電池システムに関する。

【0002】**【従来の技術】**

以下に、従来の燃料電池システムについて説明する。

【0003】

図5に示すように、従来の燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤を用いて発電を行う燃料電池1と、水素を供給する燃料供給手段13と、空気を供給する送風機14と、燃料電池1が outputする直流電力の電圧を昇圧する昇圧手段2と昇圧手段2により昇圧された直流電力を交流に変換する直交変換手段3と、燃料電池システムが outputする電力を設定する電力設定手段4からなる。

【0004】

昇圧手段2は燃料電池1が outputする直流電圧を約300V程度まで昇圧する。そして、直交変換手段3は約300V程度の直流電力をPWM制御により交流変換し実効値200Vの交流電力を outputする。電力設定手段4は負荷電力に応じて燃料電池システムが outputする電力を設定する。

10

20

30

40

50

【0005】

昇圧手段2が出力する電圧は、燃料電池システムが出力する交流電力の電圧実効値のルート2倍の電圧が必要になるため、昇圧手段2が出力する電圧は、燃料電池システムが出力する交流電力の電圧値によって決まる。

【0006】

このような燃料電池システムにおいて、燃料電池1の出力電圧が低下した場合の運転方法として、燃料電池1の電圧が予め定められた保護電圧以下になった場合には、出力電力を抑制する方法が用いられていた（例えば、特許文献1参照）。

【0007】

上記保護電圧は、通常燃料電池が劣化する前の使用初期の段階の平均出力電圧に対して数%低下した電圧値というように設定を行っていた。

10

【0008】**【特許文献1】**

特開昭60-30062号公報

【0009】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上記従来例の燃料電池システムにおいては、燃料電池1が元図6に示すI-V特性の太線Aのような特性だったものが、経時劣化で破線Bのような特性になってしまった場合や、燃料の供給が一時的に減少してしまい、一時的に特性が破線Cのようになってしまった場合に、燃料電池1の出力電圧が保護電圧以下になってしまふと燃料電池システムの出力は制限される。その保護電圧の設定値は、あまり高すぎると頻繁に燃料電池システムの出力は制限されることになるし、逆に低すぎると燃料電池1から過剰に燃料電池から電力を取り出す過負荷の状態になり、燃料電池の転極が起こり、電池の発電部が劣化してしまう可能性があった。また、燃料電池の経時劣化に応じて保護電圧の最適設定値は経時的に変化することも考えられ、保護電圧の設定は非常に難しい問題となる。

20

【0010】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために、第1の本発明の燃料電池システムは、燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池の出力する直流電力の電圧を所定の値以上に昇圧する電圧昇圧手段と、昇圧された直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記発電電力指令手段は、前記電圧昇圧手段により昇圧された電圧が所定範囲内であるときには発電電力を変更することを特徴とする。これにより昇圧後の直流電圧をある一定値以上に保ち、交流電力の電圧を維持することにより、電池の保護電圧を設定することなく燃料電池の出力電圧低下時の保護動作が可能である。

30

【0011】

第2の本発明の燃料電池システムは、燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、前記燃料電池の出力する直流電力の電圧を所定の値以上に昇圧する電圧昇圧手段と、昇圧された直流電力を交流電力に変換する直交変換手段と、前記燃料電池の発電電力を決定する発電電力指令手段とを備え、前記前記電圧昇圧手段により昇圧された電圧が所定値よりも小さくなったときには電力出力を断つことを特徴とする。これにより、燃料電池システムが交流出力を維持できなくなつたと判断して電池の保護電圧を設定することなく燃料電池の出力電圧低下時の保護停止動作が可能である。

40

【0012】

第3の本発明の燃料電池システムは、燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、燃料電池の発電する電力の上限値を設定する電力制限手段と、燃料電池の直流電力を交流電力に変換する直交変換手段とを備え、前記発電電力指令手段は、設定する電力値を上限として燃料電池の発電電力が最大になるように制御することを特徴とする。これにより、直交変換手段は燃料電池の状態に応じて常に発電可能な最大限の電力のみを出力するので、電池の保護電圧の設定が不要で、隨時最大限の電力を出力することが可能になる。

50

【0013】

第4の本発明の燃料電池システムは、燃料と酸化剤とから電力を発生させる燃料電池と、燃料電池から出力する直流電流の上限値を決定する直流電流制限手段と、燃料電池の直流電力を交流電力に変換する直交変換手段とを備え、前記発電電力指令手段が所定の電流値を超えない範囲で燃料電池の発電電力を最大限になるように設定することを特徴とする。これにより、燃料電池の状態に応じて常に発電可能な最大限の電力のみを出力するので、電池の保護電圧の設定が不要で、隨時最大限の電力を出力することが可能になる。

【0014】

第5の本発明の燃料電池システムは、第3、4の本発明の燃料電池システムにおいて、発電電力が最大限になる交流電力を前記直交変換手段が探索する場合には、電流値が小さい方向から探索する。これにより、探索作業により燃料電池が出力可能な直流電流以上の電流を設定することがない。

10

【0015】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0016】

(実施の形態1)

図1は本発明の第1の実施の形態における燃料電池システムの構成図である。従来例と同じ構成要素には同じ番号を付与している。

20

【0017】

本実施の形態における燃料電池システムは、燃料としての水素と酸化剤としての空気を用いて発電を行う燃料電池1と、水素を供給する燃料供給手段13と、空気を供給する送風機14と、燃料電池1が出力する直流電力の電圧を昇圧する昇圧手段2と昇圧手段2により昇圧された直流電力を交流電力に変換する直交変換手段3と、昇圧手段2が出力する直流電力の電圧値を検知する昇圧電圧検知手段5と、燃料電池システムが出力する電力を設定する本発明の発電電力指令手段である電力設定手段6と、負荷電力を検知する負荷検知手段7からなる。ここで、本発明の電圧昇圧手段である昇圧手段2により昇圧後の電圧値と要求される所定の値は、系統連携の電圧実効値から要求される昇圧後の直流電流の電圧値であるが、一例として以下のようにして決定される。

30

【0018】

直交変換手段3の交流電力出力端は、200Vの電力系統に接続されており、その間に交流電力を消費する電力負荷が分岐されて接続されている、いわゆる系統連系接続がなされている。

【0019】

直交変換手段3にて、実効値200Vの交流電力を出力するためには、直交変換手段3に入力される直流電圧は理論的に約283V程度が必要であるが、回路の損失などを考慮すると最低でも300V程度が必要であり、さらに、系統の電圧の揺れを考えると310~320V以上を確保することが望ましい。そこで、昇圧手段2は燃料電池1が出力する直流電圧を昇圧し、昇圧後の直流電圧が320V一定になるように動作する。

40

【0020】

そして、直交変換手段3は320Vの直流電力をPWM制御により交流変換し実効値200~210Vの交流電力を出力する。

【0021】

昇圧手段2は入力電圧を昇圧する機能を持つが、その昇圧能力には限界がある。

【0022】

燃料電池1の性能劣化や燃料電池へ供給する水素、もしくは、空気の量が何らかの原因で減少するなど、燃料電池1の出力する電圧が著しく低下した場合には、昇圧手段2の出力する電圧も低下してしまう。

【0023】

図3の太線は水素及び空気を一定量供給した時の燃料電池1の電圧と電流の関係を示して

50

おり、細線はそのときの電流と電力の関係を示している。この図が示すように水素及び空気の供給量一定の条件下で、燃料電池1から取り出す電力を小さくしていくと燃料電池1の電圧は、増加する。

【0024】

この特性を利用して、電力設定手段6は、以下の様な操作を行う。

【0025】

まず、電力設定手段6は昇圧電圧検知手段5によって検知される直交変換手段3に入力される電圧が310V以上であれば、負荷検知手段7によって検知された負荷電力と同じ電力を出力するように直交変換手段3を設定する。

【0026】

また、電力設定手段6は昇圧電圧検知手段5によって検知される直交変換手段3に入力される電圧が310V未満の場合には、出力電力を減少させるように直交変換手段3を設定する。減少させる方法としては、例えば、現在の出力電力の1%ずつ電力を低下することが考えられる。これは、図3に示すように電力を減少させると電圧が上昇し、310V以上を確保することが可能となるからである。ここで、上記310Vの電圧値が、本発明の発電電力指令手段により、電力値の変更（低下）が必要となる第1の所定電圧値の一例であり、この所定値は、上記の値（310V）に限定されるものではなく、系統連携の電圧実効値により変化するだけなく、直交変換手段3の能力、回路損失及び系統電圧の揺れの程度によっても変動する。

10

【0027】

さらに、電力設定手段6は昇圧電圧検知手段5によって検知される直交変換手段3に入力される電圧が300V未満の場合には、直交変換手段3から出力される交流実効電圧値が200Vを下回り、系統から直交変換手段3への電流が流入することにより直交変換手段3が故障することを防ぐため、電力出力を断つように直交変換手段3を設定する。ここで、上記300Vが、本発明の発電電力指令手段により、電力出力を断つ第2の所定電圧値の一例であるが、この第2の所定値は、上述の第1の所定電圧値と同様に、系統連携の電圧実効値により変化するだけなく、直交変換手段3の能力、回路損失及び系統電圧の揺れの程度によっても変動し、300Vに限定されるものではない。

20

【0028】

なお、上記第2の所定値は、系統連携でなく独立電源の場合は、系統からの直交変換手段への電流の流入もないため、別の要因により決定される。例えば、燃料供給手段13が、都市ガス、メタンなどを改質して水素を生成する改質器を有する装置で、未消費水素が、改質器を加熱する燃焼器に燃焼ガスとして供給される場合には、出力電力を低下させて電圧を310V以上にしようとすると、出力電力（出力電流）を相当量低下させるため、バーナに供給される未消費水素量が著しく増加し、改質器の温度制御が困難となる。このため、第2の所定値は、改質器の温度制御の点からバーナに対して許容可能なオフガス中の水素供給量から水素利用率（出力電力）を逆算し決定される。

30

【0029】

また、燃料電池の独立電源の場合、上記に限らず第2の所定値は、負荷の許容交流電圧実効値からも決定され得る。

40

【0030】

以上のように、本実施形態の燃料電池システムの運転において、昇圧手段2の出力電圧が安定的に電力を出力するのに必要な310V以上を確保することが可能な場合には、負荷検知手段7によって検知された負荷電力と同じ電力を出力し、310Vを確保できなくとも燃料電池1の出力電力を低下させることにより燃料電池1の電圧を上昇させ、再び昇圧手段2の出力電圧を310Vまで安定運転を継続させる。また、昇圧後の電力が300V以上を確保できない場合には、電力出力を断つように直交変換手段3を設定する。

【0031】

これにより、燃料電池1の保護電圧設定なしで、燃料電池1の電圧が、図6に示すような経時劣化（破線B）や燃料供給の一時的減少（破線C）で低下しても過剰に燃料電池から

50

電力を取り出すことを防ぐことができるので、燃料電池1の経時劣化にも十分対応した安定した燃料電池システムの運転が実現できる。また、水素や空気の供給量が一時的に減ってしまった場合にも、出来る限り燃料電池システムの運転を継続することが出来る。

【0032】

(実施の形態2)

図2は本発明の第2の実施の形態における燃料電池システムの構成図である。従来例もしくは本発明の第1の実施の形態と同じ構成要素には同じ番号を付与している。

【0033】

本実施の形態における燃料電池システムは、燃料としての水素と酸化剤としての空気を用いて発電を行う燃料電池1と、水素を供給する燃料供給手段13と、空気を供給する送風機14と、直流電力を交流電力に変換する直交変換手段3と、燃料電池1の直流出力電力を検知する電力検知手段8と、燃料電池システムが出力する電力を設定する本発明の発電電力指令手段である電力設定手段9と、負荷電力を検知する負荷検知手段7からなる。

10

【0034】

直交変換手段3の交流電力出力端は、200Vの電力系統に接続されており、その間に交流電力を消費する電力負荷が分岐されて接続されている、いわゆる系統連系接続がなされている。

【0035】

ここで、電力設定手段9が出力電力を設定する方法を図3を用いて説明する。図3の太線は水素、空気を一定量供給した時の燃料電池1の電圧と電流の関係を示しており、細線はそのときの電流と電力の関係を示している。この条件下で、燃料電池1から取り出す電流を大きくしていくと電力も同様に上昇していく。そして、供給されている水素もしくは空気の量で発電可能な電力量(Wmax)を超えると、過負荷の状態になり、燃料電池1の電圧、電力共に急激に低下する。

20

【0036】

この特性をもとに、電力設定手段9は燃料電池1から取り出す電力を小さいほうから少しづつ増加させていく、電力が低下した場合には、即座に取り出す電力を減少させ、その後再び電力を増加させる。ただし、取り出す電力を増加させる過程で、逐次、負荷検知手段7が検知した負荷電力と直交変換手段3の出力端の電力を比較し、直交変換手段3の出力端の電力が負荷検知手段7が検知した負荷電力と同等になった場合には、取り出す電力の増加を停止する。この附加検知手段が検知する負荷電力が、本発明の上限として設定される所定の電力値となる。

30

【0037】

以上のように、燃料電池システムの運転において、検知した負荷電力を上限として燃料電池の発電電力が最大になるようにすることにより、負荷に必要とされる量以上の電力を発電しないと共に、燃料電池1の保護電圧設定なしで、燃料電池1の電圧が図6に示すような経時劣化(破線B)や燃料供給の一時的減少(破線C)で低下しても過剰に燃料電池から電力を取り出すことを防ぐことができるので、燃料電池1の経時劣化にも十分対応した安定した燃料電池システムの運転が実現できる。また、水素や空気の供給量が一時的に減ってしまった場合にも、出来る限り燃料電池システムの運転を継続することが出来る。

40

【0038】

(実施の形態3)

図4は本発明の第3の実施の形態における燃料電池システムの構成図である。従来例もしくは本発明の第3の実施の形態と同じ構成要素には同じ番号を付与している。

【0039】

本実施の形態における燃料電池システムは、燃料ガスと酸化剤としての空気を用いて発電を行う燃料電池1と、直流電力を交流電力に変換する直交変換手段3と、燃料電池1が出力する直流電力の電圧の値を検知する電圧検知手段10と、電流の値を検知する電流検知手段11と、燃料電池システムが出力する電力を設定する本発明の発電電力指令手段である電力設定手段12と、都市ガス、水などの発電原料から水素に富んだ燃料ガスを生成し

50

燃料電池1へ供給する燃料供給手段13と、空気を燃料電池1に供給する送風機14からなる。燃料供給手段13は燃料ガス供給量を検知する機能も併せ持ち、送風機14は空気の供給量を検知する機能も併せ持つ。

【0040】

直交変換手段3の交流電力出力端は、200Vの電力系統に接続されており、その間に交流電力を消費する電力負荷が分岐されて接続されている、いわゆる系統連系接続がなされている。

【0041】

電力設定手段12は、燃料供給手段13によって燃料電池1に供給される燃料ガスの供給量、送風機14によって燃料電池1に供給される空気の量、及び水素及び空気のそれぞれの初期利用率から、現在、燃料電池システムが出力可能な電流上限値を決定する。この電流上限値が、本発明の所定の電流値となる。

10

【0042】

そして、本発明の第2の実施の形態と同様に電力設定手段12が、取り出す電力を増加させ、燃料電池1から取り出す電流の量を小さいほうから少しづつ増加させていく、燃料電池システムが出力する電力が低下した場合には、即座に取り出す電力を減少させ、その後再び電力を増加させる。ただし、取り出す電力を増加させる過程で、逐次、電流上限値と電流検知手段11が検知する燃料電池1の電流値を比較し、電流検知手段11が検知する燃料電池1の電流値が電流上限値と同等になった場合には、取り出す電力の増加を停止する。

20

【0043】

以上のように、燃料電池システムの運転において、燃料電池1へ供給する燃料ガスおよび空気の量より電流上限値を設定し、燃料電池1の電流が電流上限値を超えない範囲で、燃料電池の発電電力を最大限になるようにすることにより、燃料電池1の保護電圧設定なしで、燃料電池1の電圧が低下しても過剰に燃料電池から電力を取り出すことを防ぐことができるので、燃料電池1の経時劣化にも十分対応した安定した燃料電池システムの運転が実現できる。また、水素や空気の供給量が一時的に減ってしまった場合にも、出来る限り燃料電池システムの運転を継続することが出来る。

【0044】

なお、上記電流上限値の決定方法としては、水素及び空気のそれぞれの初期利用率を、直接用いて上限値を決定しても構わないし、安全性をより確実にするために初期利用率から数%利用率を減じた値を用いて電流上限値を決定しても構わない。

30

【0045】

また、本発明の以上の実施の形態はいずれも200V系統連系を行っているが、系統の電圧はこれに限るものではない。また、系統連系が行われていなくても、同様の効果が得られるることは明白である。

【0046】

【発明の効果】

以上説明したところから明らかなように、本発明は、燃料電池1の保護電圧設定なしで、燃料電池1の電圧が低下しても過剰に燃料電池から電力を取り出すことを防ぐことができるので、燃料電池1の経時劣化にも十分対応した安定した燃料電池システムの運転が実現できる。また、水素や空気の供給量が一時的に減ってしまった場合にも、出来る限り燃料電池システムの運転を継続することが出来るので、発電性能と耐久性を両立した燃料電池システムを実現することが出来る。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における燃料電池システムを示す構成図

【図2】本発明の第2の実施の形態における燃料電池システムを示す構成図

【図3】本発明の第2の実施の形態における電力設定手段が出力電力を設定する方法を示す図

【図4】本発明の第3の実施の形態における燃料電池システムを示す構成図

50

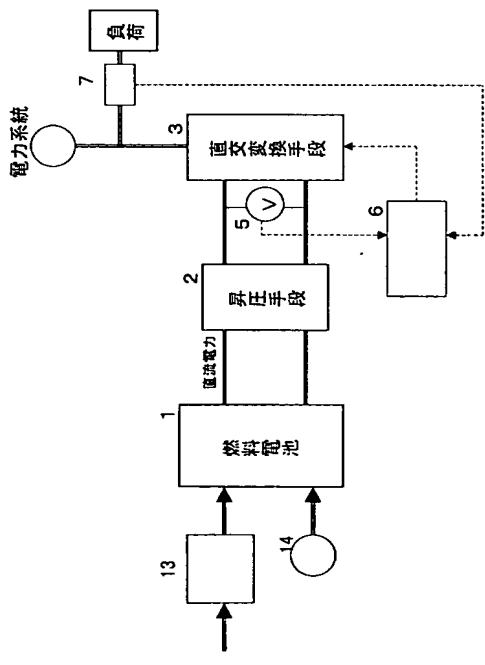
【図 5】従来の燃料電池システムを示す構成図

【図 6】燃料電池の I - V 特性図

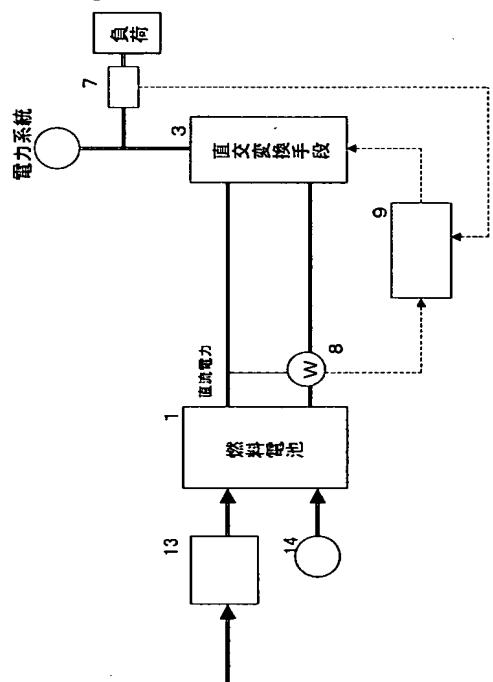
【符号の説明】

- 1 燃料電池
- 2 昇圧手段
- 3 直交変換手段
- 5 昇圧電圧検知手段
- 6, 9, 12 電力設定手段
- 7 負荷検知手段

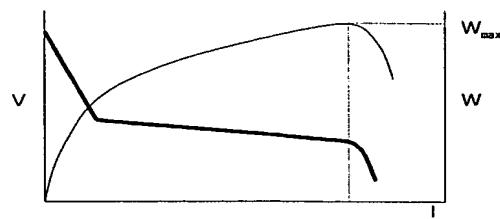
【図 1】



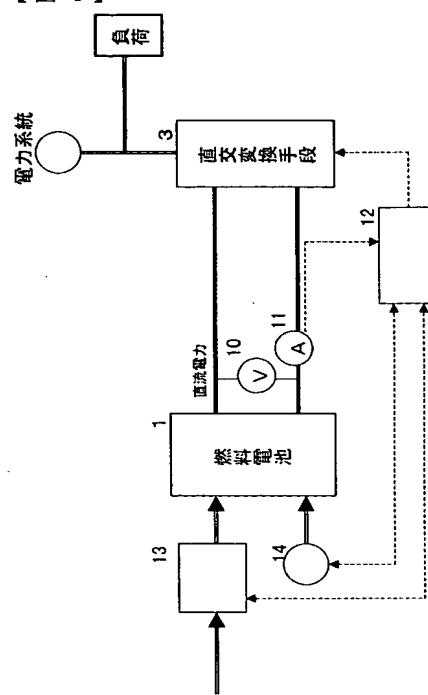
【図 2】



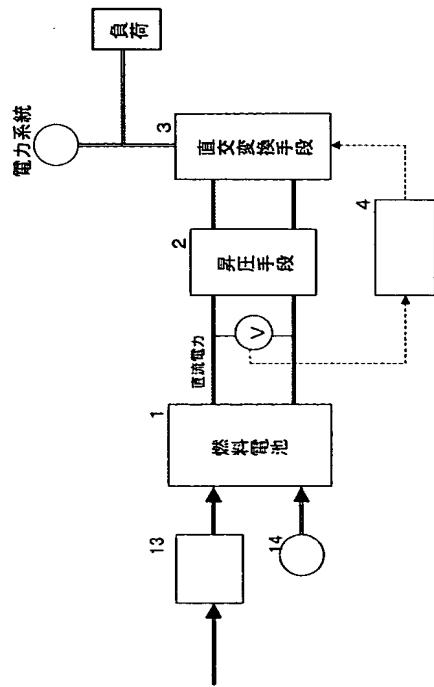
【図3】



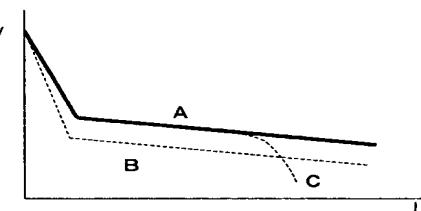
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 良和
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
F ターム(参考) 5H027 AA02 KK54 MM26 MM27

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-362946
(43)Date of publication of application : 24.12.2004

(51)Int.Cl. H01M 8/04

(21)Application number : 2003-160262 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

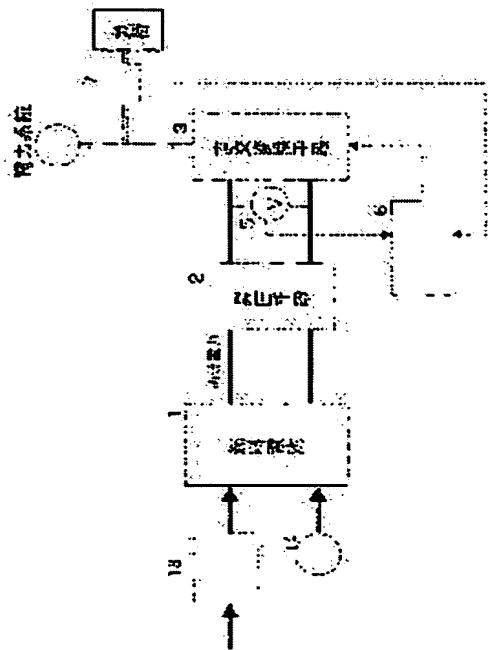
(22)Date of filing : 05.06.2003 (72)Inventor : OZEKI MASATAKA
NAKAMURA AKINARI
TANAKA YOSHIKAZU

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system prevented from taking out electric power excessively even if voltage of a fuel cell is lowered, without setting fuel cell protection voltage.

SOLUTION: The fuel cell system comprises a fuel cell generating electric power from fuel and oxidant, a boosting means boosting voltage of a direct-current output from the fuel cell higher than a prescribed voltage, an AC-DC converting means converting the boosted direct-current power into an alternating-current power, and a power generation commanding means deciding on power generation of the fuel cell. The power generation is changed when the voltage boosted at the boosting means becomes lower than the prescribed value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.